

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ПРОЦЕСІВ

УДК 621.039.75

### СТВОРЕННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОБ'ЄКТА ПОВОДЖЕННЯ З РАДІОАКТИВНИМИ ВІДХОДАМИ

Колябіна Д. О., Безносик Ю. О.

### СОЗДАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОБЪЕКТА ОБРАЩЕНИЯ С РАДИАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Колябина Д.А., Безносик Ю. А.

### A CONCEPTUAL MODEL FOR THE OBJECT OF RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT

Koliabina D., Beznosyk Yu.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

koliabina@gmail.com

*На сьогоднішній день питання щодо захоронення радіоактивних відходів на території України постає досить гостро. В цій роботі приведено концептуальну модель пункту захоронення радіоактивних відходів «Буряківка» та наведено шляхи можливості її вирішення.*

**Ключові слова:** оцінка безпеки, ПЗРВ «Буряківка», концептуальна модель

*На сегодняшний день вопрос о захоронении радиоактивных отходов на территории Украины стоит достаточно остро. В этой работе приведена концептуальная модель пункта захоронения радиоактивных отходов «Буряковка» и приведены пути возможности её решения.*

**Ключевые слова:** оценка безопасности, ПЗРО «Буряковка», концептуальная модель

*To date, the question of the disposal of radioactive waste in Ukraine is quite acute. In this paper, we present a conceptual model of the Disposal Facility "Buryakivka" and given the way its possible solutions.*

**Keywords:** safety assessment, disposal facilities "Buryakivka" conceptual model

#### Вступ

У перші місяці робіт по ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) виникла гостра необхідність у локалізації низько-і середньоактивних твердих відходів. Через відсутність конкретних вихідних даних по якісній і кількісній характеристиці радіоактивних відходів сховища-могильники були виконані у вигляді модулів (траншей), які можна було повторювати необхідну кількість разів в залежності від кількості відходів підлягають захороненню[1,2].

Пункт захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ) "Буряківка" був побудований за проектом Ленінградського інституту "ВНДПІЕТ" і прийнятий в експлуатацію в лютому 1987 року.

Згідно з проектом ПЗРВ був призначений для поховання низько і середньоактивних радіоактивних відходів 1 і 2 групи з потужністю дози до 1 Р / год.

ПЗРВ розташований в 12 км на південний захід від ЧАЕС. В адміністративно-територіальному відношенні ПЗРВ розташований в Іванківському районі Київської області та знаходиться на території зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення, загальна площа якої становить 2600 км<sup>2</sup>.

Загальна кількість приповерхневих сховищ для захоронення твердих РАВ становить 30 траншей. З них станом на 01.01.2011 року заповнені 28 траншей з яких законсервовані 27 траншей. В даний час ведеться розміщення РАВ у траншею № 30.

Експлуатація ПЗРВ "Буряківка" проводиться відповідно до вимог дозвільних документів:

- Ліцензії серії ЕО № 000144, виданої 16.07.2003 р. Державним комітетом ядерного регулювання України з терміном дії - до завершення етапу експлуатації сховищ для захоронення РАВ, із змінами 2008 року;
- Ліцензії серії АВ № 000872, виданої 17.09.2008 р. Державним комітетом ядерного регулювання України з терміном дії - до 17.09.2011 р.;
- Ліцензії серії ОВ № 000938, виданої 15.09.2010 р. Державним комітетом ядерного регулювання України з терміном дії - до 15.09.2015 р.;
- Дозволи Держсанепідслужби МОЗ на проведення робіт з джерелами іонізуючого випромінювання в організаціях України - санітарного паспорта № 34, виданого СЕС зони відчуження 08.12.2010 р. з терміном дії до 08.12.2011 р [3].

### Постановка задачі

За початковим проектом ємність траншеї повинна була складати 10 - 15 тис. м<sup>3</sup>, але пізніше проектні рішення були відкориговані та робочий об'єм траншей пункту захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ) «Буряківка»

Згідно типовими проектами приповерхневих сховищ РАВ конструкція елементів сховища включає [4]:

- виїмку (траншею) в глинах, супісках або пісках;
- нижній екран з м'ятої глини товщиною не менше 0,5 м з  $K_{\text{фільтрації}} = 0,001$  м / добу;
- нижній і верхній екрани з поліетиленової плівки відповідно до ГОСТ 10384-82;
- верхній екран з м'ятої глини товщиною 0,5 м з  $K_{\text{фільтрації}} = 0,001$  м / добу;
- дренажний шар з гравійно-піщаної суміші товщиною 0,5 м;
- захисний шар з місцевого ґрунту;
- рослинний шар.

По дну і бічних стінок повинен бути виконаний глиняний екран товщиною 1,0 метр і вирівнюючий шар з місцевого піщаного ґрунту товщиною 0,6 м [5,6].

У ході проектування і спорудження ПЗРВ "Буряківка" були внесені зміни до типової проект:

- змінені лінійні розміри ширини траншей, бічні ухили траншей, ухили верхнього захисного шару;
- відмовилися від одношарового верхнього і нижнього екранів з поліетиленової плівки;
- відмовилися від дренажного шару з гравійно-піщаної суміші

- екрани з ущільненої катками глини, щільність  $\gamma_{\text{ск}} = 1,60-1,65 \text{ т/м}^3$  з  $K_{\text{фільтрації}}$  - не більше  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м / добу.}$ )

На сьогоднішній день, для ПЗРВ необхідно зробити переоцінку безпеки, для подальшої його експлуатації та модернізації.

## Аналіз досліджень:

Виходячи з будови траншеї, що наведено на рис.1 можна скласти концептуальну модель на основі методології ISAM. Концептуальна модель відображає основні бар'єрні системи, та процеси що між ними проходять. Модель побудовано відповідно до методології на базі матриць взаємодії. Матриця взаємодії- один з методів побудови моделей та сценаріїв еволюції систем, який найпростіший для розуміння.

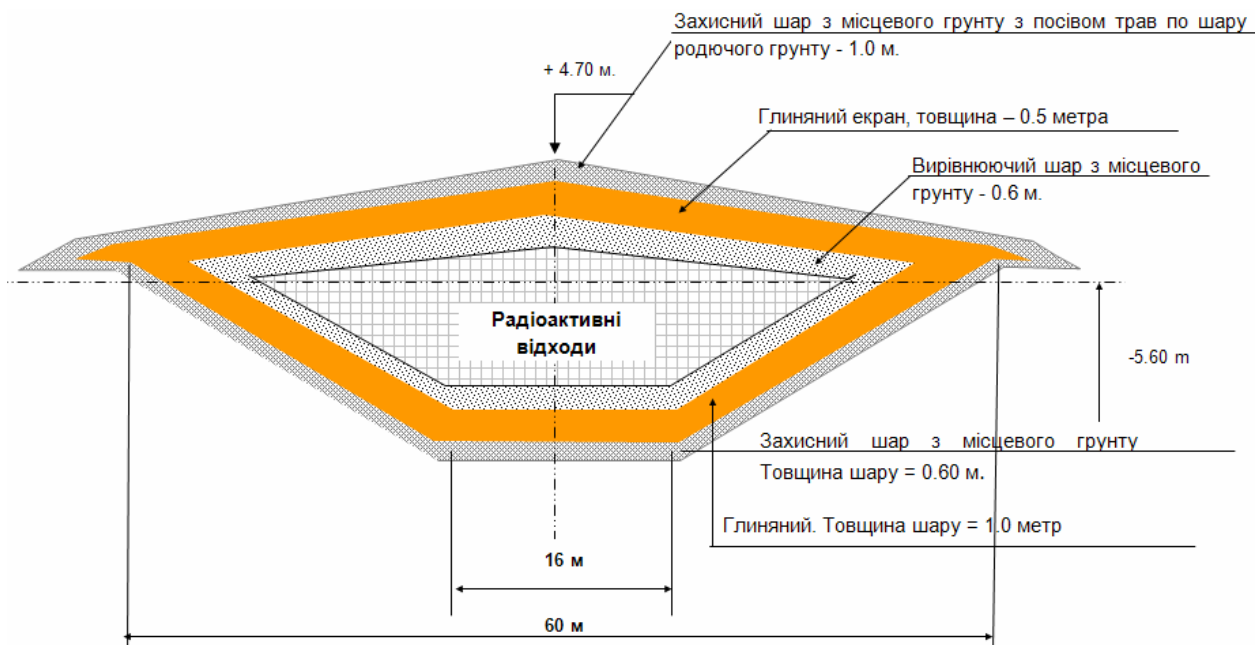


Рис. 1. Розріз траншеї ПЗРВ «Буряківка»

Модель описує міграцію радіонуклідів уздовж стрічки струму в системі " ПЗРВ – зона аерації – безнапірний водоносний горизонт - поверхнева водойма". Модель включає вертикальну інфільтрацію забруднених порових розчинів з тіла захоронення РАВ через зону аерації у водоносний горизонт і далі латеральне конвективно-дисперсійне перенесення радіонуклідів у водоносному горизонті в напрямку поверхневої водойми - Прип'ятського затону (з урахуванням затримки внаслідок сорбції).

Модель передбачає стаціонарні гідродинамічні умови, які склалися в сучасний період (постійне інфільтраційне підпитування, що встановилася горизонтальна швидкість фільтрації у водоносному горизонті).

Радіонукліди виносяться зі сховища інфільтраційним потоком в ненасичену зону і потім в насичену зону (ґрунтові води). Водоносний горизонт розвантажується в Прип'ятський затон, з якого, як передбачається в майбутньому, вода забирається і використовується для зрошення і інших цілей[4].

Виходячи з перерахованого вище, концептуальна модель має вигляд наведений на рис2.

Радіонукліди вилуговуються з РАВ та транспортуються вертикально в ненасичений потік к ненасиченій зоні геосфери.

Швидкість вилуговування можна виразити таким чином[7,8]:

$$\lambda_{leach} = \frac{q_{ln}}{\vartheta_w \cdot D \cdot R}, \text{ год}^{-1} \quad (1)$$

де

$$R = 1 + \frac{\rho \cdot K_d}{\vartheta_w} \quad (2)$$

$q_{ln}$  – швидкість переносу забруднювача за рахунок адвекції від одного блоку до – від  $i$  до  $j$  (м/рік<sup>-1</sup>) (еквівалент швидкості фільтрації);  $\vartheta_w$  – активна пористість середовища;  $R$  – коефіцієнт затримки;  $\rho$  – об'ємна густина скелету(кг/м<sup>-3</sup>);  $K_d$  – коефіцієнт сорбції (м<sup>-3</sup>/кг).

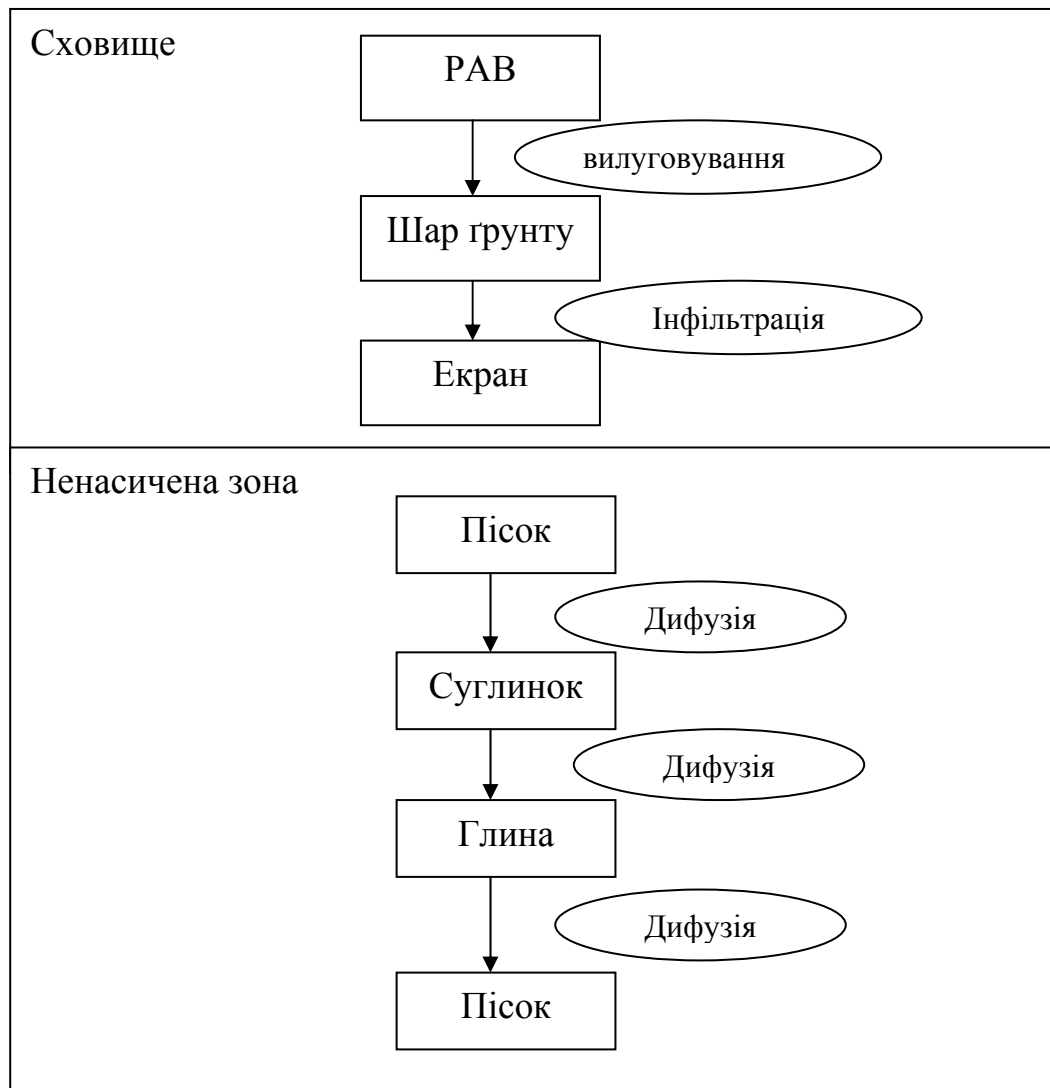


Рис. 2. Концептуальна модель

### Висновки

Отже, було побудовано концептуальну модель, яка враховує основні процеси та механізми міграції радіонуклідів у геосфері. Визначено математичні залежності, які описують ці процеси. Надалі планується виконати математичне моделювання, з використанням програмного забезпечення Ecolago. Ecolago було обрано у зв'язку з тим, що програма працює на матрицях взаємодії, і дає багато можливостей, має дуже зрозумілу інтерпретацію даних.

### Література

1. *Національна доповідь України по безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами.*-Київ, 2003
2. *Национальный доклад Украины – 20 лет Чернобыльской катастрофы. Взгляд будущее.* МЧС Украины. 2006 год.
3. *Кретинин А.А.* Приповерхностные хранилища-могильники для радиоактивных и токсичных отходов - Научно-технический центр комплексного обращения с радиоактивными отходами Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы Желтые Воды, Днепропетровская обл., Украина.
4. *Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України.* Затверджено наказом МОЗ України від 02.02.2005 № 54.
5. *Закон України «Об обращении с радиоактивными отходами»* от 5.04. 2009 року № 1474-VI.
6. *Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційної безпеки»* від 16.10.2012 №5460-VI ( 5460-17 ).
7. *Ashton J., Sumerling T.J.* Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals (edition 1) UK DoE Report DOE/RW/88.083 - Department of the Environment, London (1988).
8. *IAEA Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments.* Technical Reports Series No 364 - IAEA, Vienna (1994).